

О.Фльонц

Бережанський агротехнічний інститут Національного аграрного університету

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ ГЛАДКОЇ КОНВЕЄРНОЇ СТРІЧКИ В ЗОНУ РІЗАННЯ

Наведено результати теоретичних і експериментальних досліджень подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання. Виведено аналітичні залежності для визначення зусиль подачі багатошарової конвеєрної стрічки подаючими роликами. Встановлено залежності сили подачі від конструктивних і технологічних параметрів, а також встановлено умови самозахоплення конвеєрної стрічки подаючими валками.

V. Flyonc

RESEARCH OF CARBRO OF SERVE OF SMOOTH CONVEYER RIBBON IN CUTTING AREA

The results of theoretical and experimental researches of serve of smooth conveyer ribbon are resulted in the cutting area. Shown analytical dependences out for determination efforts serve of multi layers conveyer ribbon by giving rollers. Dependences of force of serve are set on structural and technological parameters, and also the set terms of autoserve of conveyer ribbon by giving rollers.

Умовні позначення

D – діаметр ножів, мм;
 μ – коефіцієнт тертя між стрічкою і ножом;
 S – товщина стрічки, мм;
 a – величина перекриття ножів, мм;
 P_{np} – сила притискання ролика Н;
 μ_i – коефіцієнт тертя між роликом і стрічкою;
 M – крутний момент на притискному ролику, Н;
 D_1 – діаметр притискного ролика, мм;
 P_o – сила опору подачі стрічки, Н;
 n – кількість пар ножів;
 K – коефіцієнт запасу, $K = 1,1 \dots 1,4$;
 P – сила різання, Н;
 T – сила тертя, Н;
 P_{1x} – сила подачі від зчеплення, Н;
 P_2 – сила фрикційної взаємодії, Н.

Широкого використання в приводах машин набули гладкі і з відкритими трапецієподібними виступами пасові передачі завдяки багатьом перевагам, які вони забезпечують, а саме: можливість передачі руху на значні відстані; плавність роботи, відсутність ударних навантажень, безшумність, можливість роботи з високими частотами обертання мала вартість. Промисловість різних країн виготовляє гумово – бавовняні гладкі і з трапецієвидними виступами конвеєрні стрічки в рулонах шириною 0,9...2 м і довжиною 50 м.

Питанням теорії і практики подаючих механізмів конвеєрної стрічки в зону різання присвячено низку праць [1,2,3,4], однак дослідження процесу подачі конвеєрної стрічки при її розрізанні на смуги заслуговує більшої уваги, оскільки її структура є неоднорідною.

Технологічний процес розрізання конвеєрної стрічки з відкритими трапецієподібними виступами для зачеплення з відповідними шліцевими виступами на приводах машин розглянуто в роботі [1].

Робота виконується згідно з постановою Кабінету Міністрів України “Про

розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентноспроможною технікою” на 2004...2008 роки.

Конвеєрні стрічки складаються з кількох шарів міцної технічної тканини – бельтінга, що зв’язаний вулканізованою гумою, а для більшої гнучкості між шарами тканини розміщують гумові прокладки. Для одночасного розрізання рулонів на смуги певної ширини з можливістю її регулювання виникла потреба у створенні відповідного устаткування з блоками різальних інструментів, подаючими валками і механізмами регулювання відстані між ними.

Розглянемо процес подачі і розрізання гладкої конвеєрної стрічки, який показано на рис.1.

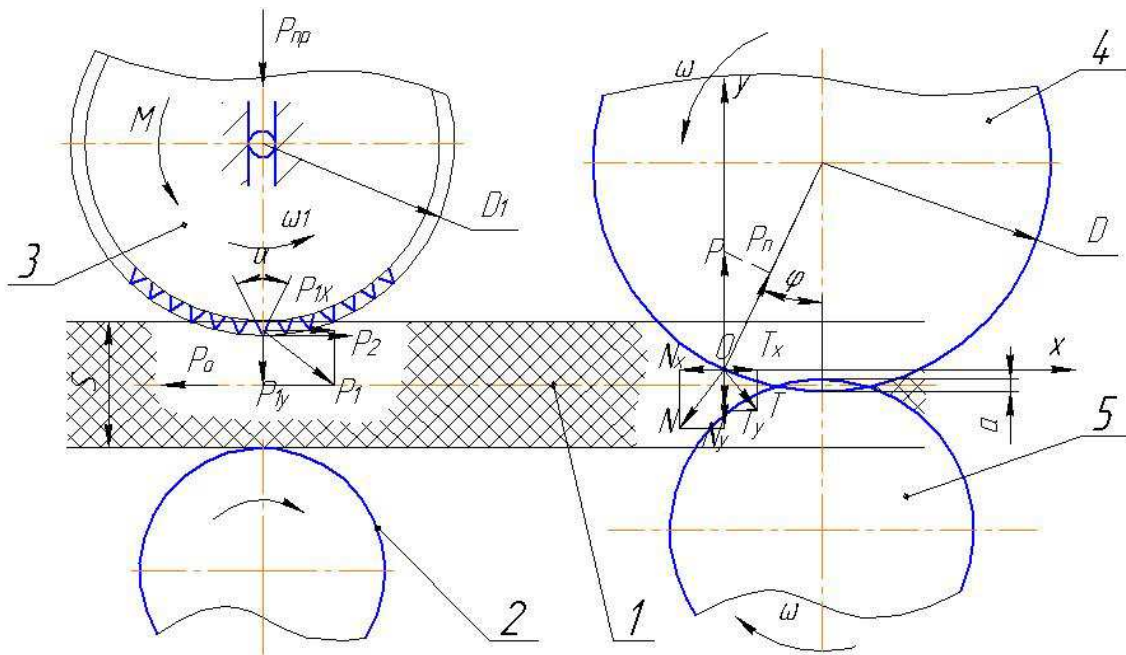


Рисунок 1 – Розрахункова схема для визначення зусилля подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання: 1 – гладка конвеєрна стрічка; 2 – опорний валок; 3 – подаючий валок з насічкою; 4, 5 – відповідно верхній і нижній ріжучі ножі

Подача стрічки в зону різання при відносно малій її товщині S і великому діаметрі ножів D може відбуватися за рахунок самозахоплення стрічки дисковими ножами. Досить часто товщина конвеєрної стрічки може досягати 25 мм при діаметрі подаючих валків 120мм. В даному випадку не тільки не буде відбуватись самозахоплення стрічки, але і виникатимуть додаткові сили опору при її подачі в зону різання. Розглянемо детальніше процес захоплення стрічки ножами. На дузі дотику дискового ножа і стрічки будуть діяти елементарні сили тертя T і нормального тиску N . При цьому точка O прикладання даних сил буде розміщена на дузі дотику ножа із стрічкою при куті різання φ . Сила N направлена по нормалі до поверхні ножа, а сила тертя T направлена по дотичній до цієї поверхні. Розмістимо початок координат $ХОУ$ в точці O і спроектуємо сили N і T на вісі X і Y , одержимо складові даних сил: T_x , T_y , N_x , N_y . При цьому горизонтальна сила тертя T_x буде втягувати стрічку в процес різання, а сила N_x буде протидіяти цьому процесу.

Для того, щоб відбулось самозахоплення стрічки, необхідно, щоб виконувалась умова $T_x > N_x$.

При цьому:

$$N_x = N \cdot \sin \varphi; \quad T_x = T \cdot \cos \varphi. \quad (1)$$

Оскільки $T = \mu \cdot N$, тоді складова T_x буде дорівнювати:

$$T_x = \mu \cdot N \cdot \cos \varphi. \quad (2)$$

Кут різання φ визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{\arccos\left(\frac{D-a}{D}\right) - \arccos\left(\frac{D-a-S}{D}\right)}{2}. \quad (3)$$

На основі формул (1) і (2) умова самозахоплення стрічки буде мати наступний вигляд:

$$\mu \cdot \cos \varphi > \sin \varphi. \quad (4)$$

Якщо умова (4) не виконується, виникає необхідність у додатковій силі подачі стрічки, яку можна забезпечити різними способами. Найчастіше використовується подача стрічки фрикційними валками, проте даний спосіб має недоліки, одним із яких є використання значної сили притискання P_{np} одного із роликів при малому коефіцієнті тертя між роликом і стрічкою. Таке явище спостерігається при змочуванні стрічки водою чи забрудненні її маслом, причому можлива навіть зупинка процесу подачі. Для уникнення цього негативного явища на притискному валку виконано рифлені зовнішні циліндричні поверхні, які паралельні до осі валка. Поперечне січення виступів рифлення виконано трикутної форми з кутом при вершині α . Висота рифлення вибирається такою, щоб не було пошкодження поверхні стрічки, при цьому кількість виступів, що одночасно захоплюють стрічку, повинна бути максимально допустимою, що, в свою чергу, досягається збільшенням діаметра притискного ролика D_1 . При цьому подача стрічки буде виконуватися як за рахунок зчеплення рифів із поверхнею стрічки, так і за рахунок їх фрикційної взаємодії, при цьому виникають сили подачі.

Сила фрикційної взаємодії є рівною:

$$P_2 = P_{1x} \cdot \mu. \quad (5)$$

Силу подачі від зчеплення валка з конвеєрною стрічкою знаходимо за формулою:

$$P_{1x} = M \cdot \frac{D_1}{2}. \quad (6)$$

Запишемо рівняння рівноваги, спроектувавши сили на вісь x :

$$P_{1x} + P_2 - P_o + 2 \cdot n \cdot (T_x - N_x) = 0. \quad (7)$$

Сила опору подачі стрічки P_o визначається силою інерції стрічки та тертям стрічки по напрямляючих.

Нормальна сила N буде:

$$N = P \cdot \cos \varphi, \quad (8)$$

а складова сили

$$N_x = \frac{P \cdot \sin(2\varphi)}{2}. \quad (9)$$

Складову сили тертя T_x визначають із залежності:

$$T_x = \mu \cdot P \cdot \cos^2(\varphi). \quad (10)$$

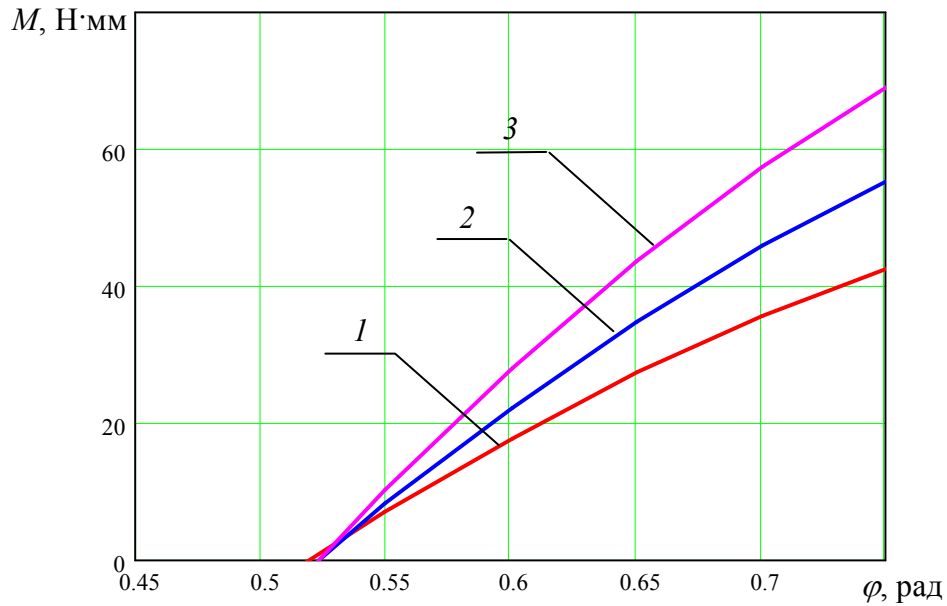
Із рівняння (7), враховуючи рівняння (5), (6), (9), (10), одержимо:

$$M \frac{D_1}{2} = -P_{np} \cdot \mu_1 + P_o - 2 \cdot n \cdot P \cdot (\mu \cdot \cos^2(\varphi) - \frac{\sin(2\varphi)}{2}). \quad (11)$$

Звідси необхідний крутний момент на подаючому ролику визначають за формулою:

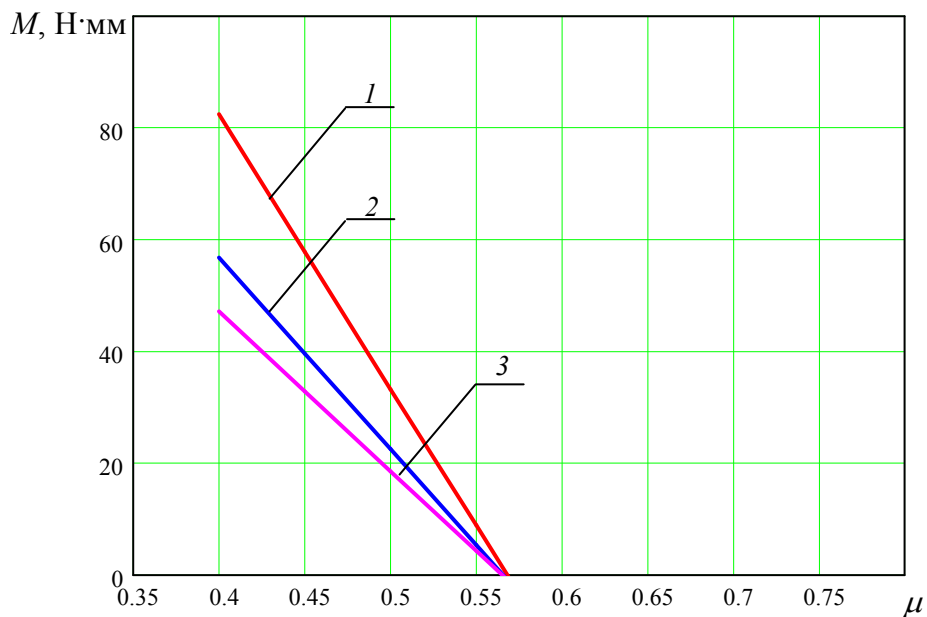
$$M = \frac{2 \cdot K(-P_{np} \cdot \mu_1 + P_o - 2 \cdot n \cdot P \cdot (\mu \cdot \cos^2(\varphi) - \frac{\sin(2\varphi)}{2}))}{D_1} \quad (12)$$

На рис. 2 і 3 представлені залежності величини крутного моменту на подаючих роликах від величини кута різання і коефіцієнта тертя конвеєрної стрічки по поверхнях роликів.



1 – $P=1500$ Н, 2 – $P=2000$ Н, 3 – $P=2500$ Н

Рисунок 2 – Графік залежності величини крутного моменту на подаючому ролику конвеєрної стрічки від кута різання



1 – $D_f=70\text{мм}$; 2 – $D_f=100\text{мм}$; 3 – $D_f=120\text{мм}$

Рисунок 3 – Графік залежності величини крутного моменту на подаючому ролику при розрізанні конвеєрної стрічки від коефіцієнта тертя між ножом і стрічкою

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки: при зростанні кута різання φ необхідний крутий момент M на подаючому ролику зростає, а при збільшенні коефіцієнта тертя μ між ножом і стрічкою крутий момент M падає, також при куті різання меншому 0,52 радіан і коефіцієнті тертя μ більше 0,56 відбувається самозахоплення стрічки і необхідність у подаючому ролику відпадає.

Література

1. Логуш І.В., Фльонц О.В. Математична модель процесу різання конвеєрної стрічки на смуги // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка. – Харків, 2007. – С.277 – 283.
2. Потурав В.Н. Резиновые и резино – металлические детали машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 299с.
3. Иванов В.Н., Алешулина Л.А. Технология резиновых изделий. – Л.: Химия, 1988. – 264с.
4. Рублюк О.В. Розробка технології одержання виробів з вторинної полімерної сировини. Автореф. дис. канд. техн. наук. 05.02.08. – Львів, 1994. – 20с.
5. Логуш І.В. Технологічне забезпечення виготовлення стрічок з зубчастих гумово-кордових рулонних заготовок. Автореф. дис. канд. техн. наук. 05.02.08. – Тернопіль, 2006. – 21с.

Одержано 31.01.2008 р.